Har mnemosynefjärilen *Parnassius mnemosyne* (Lepidoptera: Papilionidae) en framtid i Blekinge?

ANDERS BRATTSTRÖM, PER-ERIC BETZHOLTZ, FREDRIK BJERDING & MARKUS FRANZÈN

Brattström, A., Betzholtz, P.-E., Bjerding, F. & Franzén, M.: Har mnemosynefjärilen *Parnassius mnemosyne* (Lepidoptera: Papilionidae) en framtid i Blekinge? **[The future for the Clouded apollo *Parnassius mnemosyne* (Lepidoptera: Papilionidae) in Blekinge.]** – Entomologisk Tidskrift 128 (3): 81-88. Uppsala, Sweden 2007. ISSN 0013-886x.

Parnassius mnemosyne is red-listed as endangered (EN) in Sweden and considered as one of the most threatened butterflies. It occurs in three isolated areas in the country. One of these areas is Blekinge where *P. mnemosyne* has declined severely during the last decades and currently occurs at four localities with an estimated population size of only 190 individuals. The decline is primarily caused by an ongoing closure of the habitat, where the larval food plant *Corydalis* spp. and the main adult nectar plant *Visvaria vulgaris* have been reduced. The two localities with highest population numbers are situated within dispersal distance from each other (1.5 km) indicating them as main targets of future management actions. These localities were improved in 2003 by clearing of trees and bushes, creating suitable edge zones in sunny positions. Population numbers increased already next summer, possibly because eggs and larvae enhanced their survival and ovipositing females benefited from the increased insolation along the edge zones. Management actions will also include an effort of re-establishing a functional metapopulation structure. Our results indicate that *P. mnemosyne* has a possibility to survive in Blekinge, even though the species initially will depend on targeted management actions.

Anders Brattström, Yggersryd, SE-361 94 Eriksmåla, Sweden. E-post: anders.brattstrom@skola.emmaboda.se
Per-Eric Betzholtz, Naturvetenskapliga institutionen, Högskolan i Kalmar, SE-391 32 Kalmar, Sweden. E-post: per-eric.betzholtz@hik.se
Fredrik Bjerding, Trädgårdsgatan 4, SE-386 30 Färjestaden, Sweden. E-post: Fredrik.Bjerding@edu.morbylanga.se
Markus Franzén, Ekologiska institutionen, Lunds universitet, Ekologihuset, SE- 223 62 Lund, Sweden. E-post: markus.franzen@zooekol.lu.se

Europeiska ängs- och hagmarker hyser en mycket rik insektsfauna. Under senare decennier har dock antalet arter i ängs- och hagmarker utarmats markant, speciellt i Västeuropa (Thomas m.fl. 2004). Ängs- och hagmarker är en livsmiljö som kräver bete eller slåtter för att inte växa igen och övergå till skogsmark. I Sverige har ytan av ängs- och hagmarker minskat med närmare 95 % de senaste 100 åren (Terstad 1995), och bland dessa har slåtterängarna i det närmaste helt försvunnit. Ängs- och hagmarker anses numera vara en globalt hotad livsmiljö (Hoekstra m.fl. 2005).

För många av arterna är ytan av livsmiljöerna numera för liten för att upprätthålla livskraftiga populationer (Warren m.fl. 2001). Samtidigt som arealen av ängs- och hagmarker minskar, ökar isoleringen av de kvarvarande lokalerna vilket medför att många arter blivit hårt trängda. Dessutom har ett ökat kvävenedfall, extrema väderförhållanden och en för många insekter



Figur 1. Mnemosynefjärilen förekommer för närvarande endast på fyra lokaler i Blekinge. Foto: A. Brattström.

***P. mnemosyne** occurs only at four localities in Blekinge.*

missriktad skötsel ytterligare försämrat förutsättningarna för många hotade insektsarter (Parmesan m.fl. 2000, Thomas & Cameron 2004, Öckinger m.fl. 2006).

Dagfjärilar minskar på bred front (Asher m.fl. 2001, Maes & van Dyck 2001, Saarinen m.fl. 2003, Douwes 2004). Särskilt tydlig är minskningen bland arter med särskilda krav på sin livsmiljö (Kotiaho m.fl. 2005). En av dessa arter är mnemosynefjärilen (*Parnassius mnemosyne*) (Fig. 1). Den är i Sverige fridlyst, rödlistad som starkt hotad (EN) och dessutom upptagen i EUs art- och habitatdirektiv. Mnemosynefjärilen har i Norden en fragmenterad utbredning med helt isolerade förekomster. I Sverige finns tre från varandra skilda förekomstområden; Blekinge, Uppland och Medelpad. Här redovisar vi artens aktuella status på de få lokaler som återstår i Blekinge. Vi diskuterar pågående restaureringsprojekt och förutsättningarna för att långsiktigt kunna bevara arten i landskapet.

Material och metoder

Mnemosynefjärilen

Världsutbredningen hos mnemosynefjärilen är begränsad till Palearktis, där arten förekommer fläckvis och mycket lokalt från Pyrenéerna genom Central- och Nordeuropa österut till Centralasien. I Central- och Sydeuropa är arten helt begränsad till bergstrakter. Arten har minskat starkt på flertalet håll i Europa och är numera hotad över i princip hela sitt europeiska utbredningsområde (Heath 1981). Ett undantag utgör Baltikum (särskilt Estland) där arten ökat under de senaste 20 åren (T. Tammaru & E. Õunap, muntl. medd.). Orsaken till detta är sannolikt den omfattande nedläggningen eller temporära trädan av betes- och odlingsmark vilken medfört en tilltagande igenväxning, som åtminstone tillfälligt, skapat fler och mer gynnsamma livsmiljöer för arten.

Mnemosynefjärilen flyger i juni-juli och är strikt bunden till ängs- och hagmarker med mosaiker av lövskog och buskbryn (Fig. 2). Livsmiljön måste hysa både nektarförande blommor för de adulta fjärilarna och en god förekomst av larvens värdväxt nunneört (*Corydalis* spp.) (Luoto m.fl. 2001). Hammarstedt (1992) angav en minimiförekomst på 3 m^2 nunneört, växande i för mnemosynefjärilen gynnsamma lägen, för att en lokal ska kunna hålla ett reproducerande bestånd. Äggen släpps av honan i vegetationen eller fästs på löv, grässtrån och dylikt, och övervintrar. Oftast läggs äggen intill buskage där det växer nunneört. Äggen kläcks i skiftet mars-april. Larvtillväxten är mycket snabb och infaller samtidigt med nunneörtens blomning. Larverna (Fig. 3) behöver mycket sol för sin utveckling. Förpuppningen sker i början av maj, oftast på undersidan av ett torrt och luftigt placerat fjolårslöv, en bit ovan markytan ute på öppen och solbelyst mark (Hammarstedt 1992).



Figur 2. Ängs- och hagmarker utgör livsmiljön för mnemosynefjärilen i Blekinge. Tjärblomster, som ibland växer i stor mängd, är de vuxna fjärilarnas viktigaste nektarväxt. Foto: A. Brattström.

*The habitat of **P. mnemosyne** in Blekinge. The most important adult nectar feeding plant is **Viscaria vulgaris**, which sometimes grows in large numbers.*

Utbredning och historik i Blekinge

Artens tidigare utbredning kartlades genom inrapporterade fynd från amatörentomologer, data från ett WWF-projekt som löpte åren 1984-1986 (Sylvén & Hammarstedt 1986, Hammarstedt 1988) samt Länsstyrelsen i Blekinges inventeringar av arten (Imby 1994, Henriksson 1999-2002). De lokaler som från länsstyrelsens inventeringar bedömdes hysa reproducerande bestånd av mnemosynefjäril (5 stycken) besöktes årligen 2003-2006. Övriga lokaler (27 stycken) besöktes, under gynnsamma väderförhållanden, vid minst något tillfälle under 2003-2006 för att kontrollera eventuell förekomst av arten.

Utbredning och frekvens av värdväxten *Corydalis* spp. och nektarväxter undersöktes på samtliga lokaler (32 stycken). Värdväxtens frekvens uppskattades i m^2 medan antalet näringsväxter för de adulta fjärilarna räknades på respektive lokal. Endast tjärblomster, *Viscaria vulgaris*, räknades eftersom det är de vuxna mnemosynefjärilarnas huvudsakliga näringsväxt i studieområdet. Vidare noterades om bete förekom eller inte.

För att undersöka utvecklingen av vegetationsstrukturen jämfördes flygbilder från åren 1987 och 2001 för 14 av lokalerna. I Adobe Photoshop 6.0 ställdes kontrasten till 100 %. Buskar och träd framträder då som svarta fält, medan öppna ytor blir ljusare fält. Träd- och buskskiktets utbredning beräknades genom att andelen svarta respektive vita fält uppskattades.

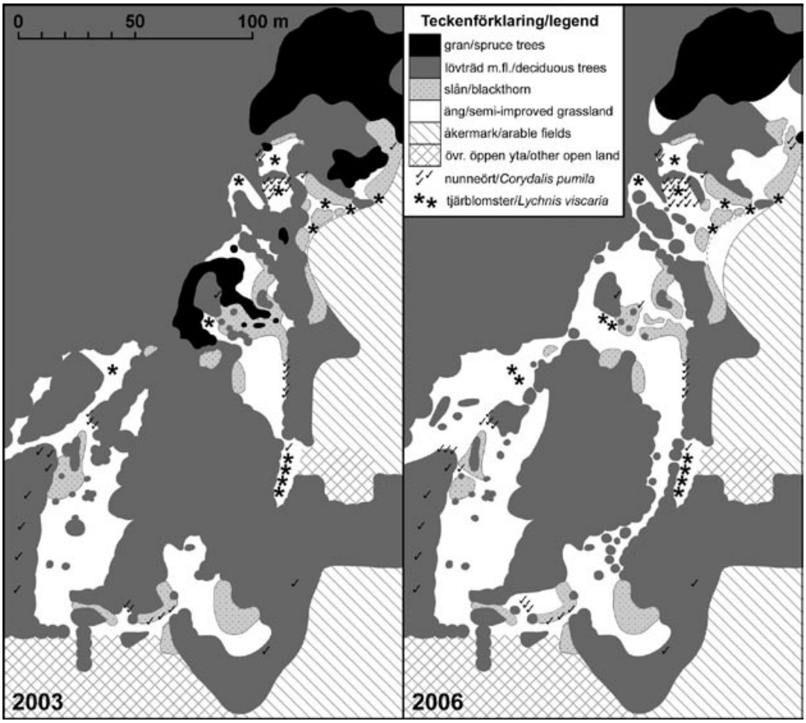
Rörelsemönster och populationsstorlekar

För att beräkna fjärilarnas flygsträckor och lokalernas populationsstorlekar genomfördes fångst-märkning-återfångststudier. Fjärilarna märktes på undersidan med en vattenfast tuschpenna. En GPS-mottagare användes för att notera koordinaterna där fjärilarna fångades och återfångades. Antalet individer i varje lokal population uppskattades med hjälp av Jolly-Se-



*Figur 3. Mnemosynefjärilens larv lever endast av nunneört (**Corydalis** spp.). Foto: A. Brattström.*

*The larvae of **P. mnemosyne** feeds exclusively on plants of **Corydalis** spp.*



Figur 4. Viktiga habitatstrukturer på lokal III före (2003) och efter (2006) det att restaureringsinsatser genomförts.

Important habitat structures of locality III before (2003) and after (2006) restoration actions were performed.

ber modeller i modulen POPAN (Arnason & Schwarz 1999) i programmet MARK (White & Burnham 1999). Jolly-Seber modeller gör det möjligt att uppskatta överlevnad och populationsstorlekar.

Restaurering

De fyra lokaler som bedömdes hysa reproducerande bestånd av arten utvärderades under 2003 m.a.p. behovet av att genomföra restaureringsåtgärder. Första prioritet för åtgärder fick lokal III där igenväxningen riskerade att göra lokalen helt olämplig för mnemosynefjäril. Under våren 2004 röjdes därför all gran där samtidigt som de aspar som trängt in i området ringbarkades. Även en del ek och slån togs bort. Under vintern 2004-2005 fortsatte röjningsarbetet på lokalen och slån, ask samt ek gallrades försiktigt, även i fjärilens kärnområde. Vintern 2005-2006 utökades restaureringsområdet och inträngande sly och slånbuskar röjdes bort. På detta sätt återskapades en variationsrik och mosaikartad lokal av hagmarkskaraktär. Lokalens utseende före och efter dessa röjningar framgår av Fig. 4. Målsättningen med röjningarna har varit att skapa en varierad miljö med små öar av slån och lövträd. Antalet solbelysta brynmeter med värdväxten nunneört har härmed ökat. Restaureringsinsatserna har genomförts i etapper så att utfallet av dem kontinuerligt kunnat utvärderas. På lokal II genomfördes röjningar efter samma principer vintern 2004-2005, medan endast marginella röjningsinsatser skedde på lokal I och IV.

Resultat

Utbredning och status

Mnemosynefjärilen förekom år 2006 på fyra lokaler i Blekinge med en sammanlagd populationsstorlek på ca 190 individer. Två av lokalerna hyser huvuddelen av beståndet (ca 170 individer), medan de två andra lokalerna under flera år haft mycket små populationer på 10-20 individer vardera (Tab. 1). Arealen på de två mest individrika lokalerna är liten, 1.79 respektive 0.89 ha, och tätheten på dessa lokaler är 60 respektive 72 individer/ha. En

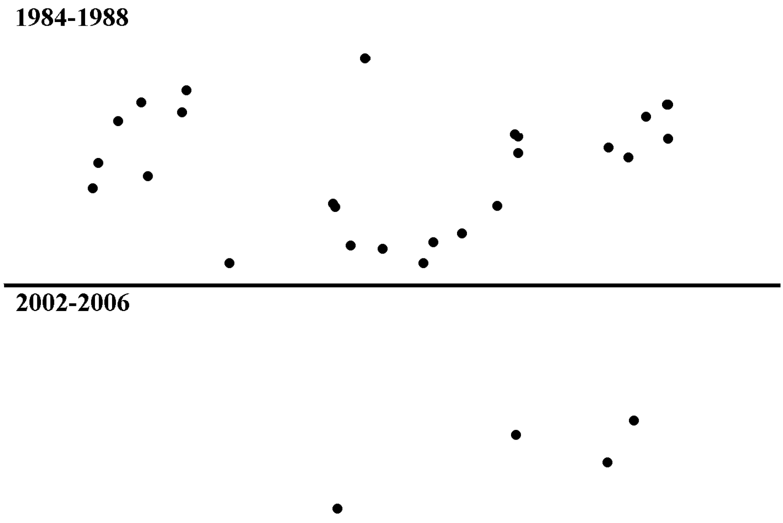
lokal population (lokal V), som i många år fört en tynande tillvaro, dog ut 2006.

Uppgifter om mnemosynefjärilens utbredning i Blekinge före det att regelbundna inventeringar påbörjades år 1984 är knapphändiga. De uppgifter som finns är dock samstämmiga och pekar på att arten minskat kraftigt sedan 1960-talet (Imby 1994), både i antal bebodda lokaler och numerär. Antalet kända lokaler där arten påträffats efter 1960 uppgår till 32 stycken, men på flera av dessa lokaler har arten endast noterats tillfälligt under något år. Mellan 1984-1988 påträffades arten på totalt 25 lokaler, och antalet lokaler som under ett och samma år hyste arten varierade mellan 9 och 16 stycken. Den uppskattade populationsstorleken i mitten av 1980-talet var ca 300 individer (Sylvén & Hammarstedt 1986, Hammarstedt 1988). Från mitten av 1990-talet och framåt varierar antalet lokaler mellan fyra och sex. Beståndet uppskattades år 1994 till 225 individer (Imby 1994). Fördelningen av utgångna och kvarvarande lokaler framgår av Fig. 5.

Tabell 1. Uppskattad populationsstorlek av mnemosynefjäril vid förekomsterna i Blekinge åren 2003-2006. Populationsskattningarna är mycket säkra eftersom antalet märkta fjärilar på samtliga lokaler uppgår till ca 80% av det uppskattade beståndet.

*Estimated population size of **P. mnemosyne** at current populations in Blekinge during 2003-2006. The population estimates are robust since the proportion of marked butterflies constitutes about 80% of the estimated population sizes.*

	Lokal/Locality					
År/Year	I	II	III	IV	V	Totalt
2003	11	39	4	9	3	66
2004	13	33	22	16	2	86
2005	15	82	61	11	1	170
2006	14	107	64	4	0	189



Figur 5. En "karta" över de 25 lokaler i Blekinge där mnemosynefjäril påträffades under perioden 1984-1988 (Sylvén & Hammarstedt 1986, Hammarstedt 1988). Under periodens enskilda år förekom arten på 9-16 lokaler. År 2006 hade antalet lokaler minskat till fyra. Figuren är förenklad för att inte avslöja lokalernas geografiska lägen.

*During 1984-1988 **P. mnemosyne** was found at a total of 25 localities in Blekinge (Sylvén & Hammarstedt 1986, Hammarstedt 1988). During a single year the species occurred at 9-16 localities. In 2006 there was only four localities remaining. In order not to reveal the exact position of the different localities the figure is presented without scale or quarters*

Värdväxt, nektarväxt och igenväxning
Arealen av värdväxten nunneört var större på de fyra kvarvarande lokalerna (i genomsnitt 16,2 m^2) jämfört med de utgångna lokalerna (i genomsnitt 2,6 m^2) (t-test: t =4.81, df = 31, p < 0,01). Även frekvensen av de adulta fjärilarnas nektarväxt tjärblomster var högre på de kvarvarande lokalerna (i genomsnitt 5225 plantor) jämfört med de utgångna lokalerna (i genomsnitt 1488 plantor) (t-test: t = 2.63, df = 31, p = 0.02). På lokal I förekom ett extensivt bete av häst under sensommar-höst, medan det på övriga lokaler inte förekom något bete. Flygfotografierna visade att utbredningen av träd- och buskskiktet i genomsnitt ökat med 19 % på de undersökta lokalerna (n=14) mellan 1987-2001. Någon skillnad i träd- och buskskiktets utbredning mellan kvarvarande och utgångna lokaler kunde inte noteras.

Rörelsemönster
Det genomsnittliga avståndet mellan två fynd av en individ (under åren 2004-2006) varierar hos hanarna mellan 65 och 160 m, och hos honorna mellan 60 och 80 m (Tab. 2). De längsta iakttagna flygsträckorna är hos bägge könen i storleksordningen 200-300 m. En längre förflyttning på 1550 m, mellan lokal II och III, noterades dock. Alla övriga återfynd gjordes inom respektive lokal.

Restaurering
Efter att riktade röjningsinsatser börjat utföras har den totala populationsstorleken av mnemosynefjäril ökat från 66 individer år 2003 till 189 individer år 2006 (Tab. 1). Ökningen visar att arten svarat bra på de genomförda åtgärderna på lokalerna II och III, och fjärilarna har koloniserat flera av de röjda ytorna redan följande sommar. På lokal I och IV, där endast marginella röjningsinsatser utfördes, noterades ingen ökning av fjärilens populationsstorlek.

Diskussion

Utbredning och tillbakagång
Mnemosynefjärilen har gått tillbaka kraftigt i Blekinge under de senaste decennierna, och arten förekommer i dagsläget endast på fyra lokaler. Det är sannolikt flera olika faktorer som bidragit till denna tillbakagång. Flygbilder indikerar att artens livsmiljöer växt igen. Samtidigt har beskuggningen av larvens värdväxt nunneört ökat, vilket medfört att antalet solbelysta och klimatiskt gynnsamma lägen med värdväxten minskat. På de lokaler som i mitten av 1980-talet hyste mnemosynefjäril växte i genomsnitt ca 9 m^2 nunneört (Hammarstedt 1988). De fyra kvarvarande lokalerna håller för närvarande i genomsnitt drygt 16 m^2 nunneört medan mängden nunneört på de utgångna lokalerna minskat till 2.6 m^2, vilket är under den miniminivå på 3 m^2 som enligt Hammarstedt (1992) krävs för att en lokal ska kunna hysa ett reproducerande bestånd av fjärilen.

Igenväxningen har även varit negativ för de vuxna fjärilarnas nektarväxter, i Blekinge främst tjärblomster, då dessa kräver öppna marker med hög solinstrålning. Våra resultat visar också att de kvarvarande lokalerna har en högre mängd tjärblomster än de utgångna lokalerna.

Ett alltför intensivt bete anses i flera fall ha orsakat utdöenden av mnemosynefjäril (Imby 1994). Flera av de utgångna lokalerna har betats, och betas fortfarande intensivt. Av de kvarvarande lokalerna är det endast lokal I som betas. Betet är extensivt och sker endast under

Tabell 2. Flygsträckor (i meter) för mnemosynefjäril på lokal II år 2004-2006. Alla förflyttningar utom en (hane 2005) skedde inom samma lokal.

Movement distances (in meters) of ***P. mnemosyne*** *at locality II during 2004-2006. All recaptures except one (male 2005) were made in the locality where the speciemen was marked.*

År Kön **Year** Sex	Medeltal ± SE mellan två fångster Mean ± SE between successive captures	Längsta observerade förflyttning Maximum observed distance
2004		
hanar/males (n=10)	65 ± 40	289
honor/females (n=9)	50 ± 34	222
2005		
hanar/males (n=31)	158 ± 129	1550
honor/females (n=7)	81 ± 36	150
2006		
hanar/males (n=38)	84 ± 54	340
honor/females (n=5)	58 ± 35	204

sensommar-höst, men kan sannolikt vara en bidragande orsak till populationsstorleken inte ökat. Det finns flera risker med ett för intensivt bete; äggen riskerar att bli uppätna då de sitter fästade i vegetationen från juni-april, larverna löper samma risk i april och pupporna kan krossas av tramp från betesdjur under maj-juni då de ligger under torra löv i det höga gräset ute på öppen och väl solbelyst mark. Andra faktorer som bidragit till lokala populationers utdöenden i Blekinge är exploatering, främst anläggande av vägar och tomtmark.

Lokalernas kvalitet, restaurering och metapopulationsdynamik

Antalet kvarvarande lokaler är idag så få att arten inte förekommer i en fungerande metapopulation. De viktigaste åtgärderna i det kommande bevarandearbetet är dels att öka de kvarvarande lokalernas area och kvalitet, dels att försöka återskapa en fungerande metapopulation. De röjningar som genomförts på lokalerna har medfört en ökad populationsstorlek. Detta visar att de principer vi följt vid restaureringsarbetet fungerat väl. Att beståndet ökar redan sommaren efter en röjning är särskilt positivt i ett bevarandeperspektiv, och beror sannolikt på att de solälskande larvernas överlevnad ökat. Dessutom gynnas reproduktionen genom att mnnemosynefjärilens hona aktivt söker efter platser med lämplig vegetation och marktemperatur (jmf Bergström 2005). Vi observerade också flera äggläggande honor på röjda ytor där nunneörten ökat p. g. a. en högre solinstrålning.

Ett alternativ till manuella röjningsåtgärder, som kan vara lämpligt på vissa lokaler, är att använda ett extensivt bete. Betestrycket måste i dessa fall anpassas efter utfallet, så att lokalen inte blir för hårt betad. För att undvika att känsligare delar av en lokal påverkas negativt kan en temporär stängsling av utvalda delar göras.

För ett långsiktigt bevarande krävs ett nätverk av lokaler, där alltid några lokaler hyser stora populationer (Hanski m.fl. 1996). I en 30 år lång studie av ljungblåvinge hade 18 av 20 lokaler koloniserats och/ eller dött ut under studieperioden (Thomas m.fl. 2002). Detta understryker vikten av att bevara, och återskapa, lämpliga livsmiljöer inom en arts spridningsavstånd. Vilka av mnemosynefjärilens lokaler som varit bebodda under senare decennier har också varierat, vilket indikerar att det finns en omsättning bland lokalerna även hos denna art. Att dagens, till numerären bästa lokaler, ligger inom spridningsavstånd från varandra (1,5 km) gör att dessa lokaler kan utgöra grunden för försöken att återskapa ett framtida nätverk. Hanski m.fl. (1996) har angett att 10-15 lokaler bör ingå i ett sådant nätverk för att förekomsten ska vara stabil över tiden. Då urvalet av de lokaler som ska restaureras sker bör det mellanliggande landskapets utseende beaktas. Odlad mark och tät skog begränsar sannolikt starkt möjligheterna till spridning mellan lokaler. Att flera av de utgånga lokalerna för närvarande är kraftigt igenvuxna utgör däremot troligen inte någon begränsning för urvalet. Omfattande restaureringar har nämligen genomförts med lyckat resultat. På en lokal i Blekinge avverkades 1984 stora delar av en lövskog varvid ytor med större bestånd av nunneört i solbelysta lägen skapades. Följande sommar ökade antalet mnemosynefjärilar från 18 till 134 (Sylvén & Hammartstedt 1986).

Restaureringsåtgärderna bör kombineras med uppfödning och återinplanteringar på de utvalda lokaler som inte ligger inom artens spridningsavstånd. Vi har påbörjat studier av dessa metoder i Blekinge. Uppfödning under kontrollerade former fungerar väl, medan utplanteringar hittills skett i så liten omfattning att några säkra slutsatser ännu inte kan dras.

Tack

Ett stort tack till Benny Henriksson, för att initialt uppmärksammat oss på artens prekära situation i Blekinge samt för sitt engagemang och deltagande i röjningsarbetet och uppfödningsförsöken; Jonas Johansson, Länsstyrelsen i Blekinge, för hjälp med kartor, flygfotografier, markägarkontakter samt olika tillstånd, Erland Lindblad, för insatser i röjnings- och inventeringsarbetet samt markägarna till de lokaler där mnemosynefjärilen studerats. Tack också till fackgranskarna för värdefulla synpunkter på manuskriptet.

Litteratur

Arnason, A.N. & Schwarz, C. J. 1999. Using POPAN-5 to analyse banding data. – Bird Study Suppl. 46: 157-168.

Asher, J., Warren, M.S., Fox, R., Harding, P., Jeffcoate, G. & Jeffcoate, S. 2001. The millennium atlas of butterflies in Britain and Ireland. – Oxford University Press, Oxford.

Bergström, A. 2005. Oviposition site preferences of the threatened butterfly *Parnassius mnemosyne* – implications for conservation. – J. Insect Conserv. 9: 21-27.

Douwes, P. 2004. Dagfjärilar förr och nu - en studie i Östergötland. – Ent. Tidskr. 125: 81-89.

Hammarstedt, O. 1988. Population development of *P. mnemosyne* in south Sweden. – Rapport till Blekinge länsstyrelse (opublicerad rapport).

Hammarstedt, O. 1992. Hotad mnemosynefjärils populationsdynamik och överlevnadsproblem i Blekinge. – Rapport till Blekinge länsstyrelse (opublicerad rapport).

Hanski, I., Moilanen, A. & Gyllenberg, M. 1996. Minimum viable metapopulation size. – Am. Nat. 147: 527-541.

Heath, J. 1981. Threatened Rhopalocera (butterflies) in Europe. – Nature and Environment series 23. Council of Europé, Strasburg.

Henriksson, B. 1999. Inventering av mnemosynefjäril (Parnassius mnemosyne) i Blekinge 1999. – Rapport till Blekinge länsstyrelse (opublicerad rapport).

Henriksson, B. 2000. Inventering av mnemosynefjäril (Parnassius mnemosyne) i Blekinge 2000. – Rapport till Blekinge länsstyrelse (opublicerad rapport).

Henriksson, B. 2001. Mnemosynefjäril (Parnassius mnemosyne) i Blekinge. – Rapport till Blekinge länsstyrelse (opublicerad rapport).

Henriksson, B. 2002. Mnemosynefjärilsinventering i Blekinge 2002. – Rapport till Blekinge länsstyrelse (opublicerad rapport.)

Hoekstra, J.M., Boucher, T.M., Taylor, H., Ricketts, T.H. & Roberts, C. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. – Ecol. Lett. 8: 23-29.

Imby, L. 1994. Inventering av mnemosynefjäril (*Parnassius mnemosyne* Linnaeus 1758*)* i Blekinge. – Rapport till Blekinge länsstyrelse (opublicerad rapport).

Kotiaho, J., Kaitala, V., Komonen, A. & Päivinen, J. 2005. Predicting the risk of extinction from shared ecological characteristics. – Proc. Nat. Acad. Scien. USA 102: 1963-1967.

Luoto, M., Kuussaari, M., Rita, H., Salminen, J. & von Bonsdorf, T. 2001. Determinants of distibution and abundance in the clouded apollo butterfly: a landscape ecological approach. – Ecography 24: 601-617.

Maes, D. & van Dyck, H. 2001. Butterfly diversity loss in Flanders (north Belgium): Europe's worst case scenario? – Biol. Conserv. 99: 263-276.

Parmesan, C., Root, T.L. & Willig, M.R. 2000. Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota. – Bull. Am. Meteorol. Soc. 81: 443-450.

Saarinen, K., Lahti, T. & Marttila, O. 2003. Population trends of Finnish butterflies (Lepidoptera : Hesperioidea, Papilionoidea) in 1991-2000. – Biodiv. Conserv. 12: 2147-2159.

Sylvén, M. & Hammarstedt, O. 1986. Verksamhetsrapport/berättelse rörande mnemosynefjäril *(Parnassius mnemosyne L.)* i Blekinge 1985 och 1986. – Rapport till Blekinge länsstyrelse (opublicerad rapport).

Terstad, J. 1995. Aktionsplan för biologisk mångfald. Rapport 4463. – Naturvårdsverket, Stockholm.

Thomas, C.D., Wilson, R.J. & Lewis, O.T. 2002. Short-term studies underestimate 30-generation changes in a butterfly metapopulation. – Proc. Roy. Soc. B 269: 563-569.

Thomas, C.D. & Cameron, A. 2004. Extinction risk from climate change. – Nature 427: 145-148.

Thomas, J.A., Telfer, M.G., Roy, D.B., Preston, C.D., Greenwood, J.J.D., Asher, J., Fox, R., Clarke, R.T. & Lawton, J.H. 2004. Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. – Science 303: 1879-1881.

White, G.C. & Burnham, K.P. 1999. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. – Bird Study Suppl. 46: 120-138.

Warren, M.S., Hill, J.K., Thomas, J.A., Asher, J., Fox, R., Huntley, B., Roy, D.B., Telfer, M.G., Jeffcoate, S., Harding, P., Jeffcoate, G., Willis, S.G., Greatorex-Davies, J.N., Moss, D. & Thomas, C.D. 2001. Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. – Nature 414: 65-69.

Öckinger, E., Hammarstedt, O., Nilsson, S.G. & Smith, H.G. 2006. The relationship between local extinctions of grassland butterflies and increased soil nitrogen levels. – Biol. Conserv. 128: 564-573.